

REDES DE COMPUTADORES

4º ANO – TELECOMUNICAÇÕES, ELECTRÓNICA E COMPUTADORES – 2010/11

PROGRAMA

Capítulo 1 – Introdução

Objectivos gerais e organização do curso

Comunicação de Dados

Conceitos, modelo e principais funções de um sistema de comunicação de dados

Canais de comunicação – ligações ponto a ponto e multiponto

Organização dos dados (tramas e pacotes)

Redes de computadores

Exemplos de topologias – meios partilhados e comutados

Principais tipos de redes (WANs e LANs)

Tecnologias de comutação (circuitos e pacotes) – caracterização sumária, variantes e evolução

Interligação de redes – a Internet

Conceitos e princípios arquitectónicos fundamentais – breve introdução

Arquitecturas em camadas – protocolo, serviço e interface

Modelos arquitectónicos TCP/IP e OSI

Capítulo 2 – Transmissão de dados – meios e técnicas de transmissão

Transmissão de sinais

Terminologia e conceitos

Transmissão analógica e digital; comparação

Limitações de canais de transmissão – distorção (amplitude e fase), ruído (térmico e impulsivo), diafonia

Introdução à Teoria da Informação – medida de informação e entropia de uma fonte

Capacidade de um canal de transmissão

Limites de Nyquist (interferência intersimbólica) e de Shannon (ruído)

Largura de banda, *bit rate* e *baud rate*

Meios de transmissão

Exemplos e propriedades – par de cobre, cabo coaxial, fibra óptica, rádio frequências, infra-vermelhos

Transmissão em banda base

Necessidade, objectivos e classificação de códigos de transmissão

Caracterização e propriedades de alguns códigos de transmissão e exemplos de aplicação

Binário NRZ e RZ, bifásico (Manchester), bipolar (AMI), HDB3, mBnB, 4B3T

Transmissão em banda de canal

Necessidade e principais tipos de modulações digitais

ASK, FSK, PSK, QAM, TCM; constelações

Exemplos de modems normalizados (banda de voz, PCM, ADSL, cabo)

Capítulo 3 – Comunicação de dados / ligação de dados – funções básicas

Ligação de dados (*data link*) – conceito e principais funções

Organização dos dados em tramas

Protocolos orientados ao carácter, ao bit e ao *byte*

Transmissão assíncrona e síncrona

Sincronismo de trama – técnicas de *stuffing* e outros métodos de delimitação de tramas

Deteção de erros – tipos de erros, princípios e métodos de detecção (paridade simples e bi-dimensional, *checksum*, CRC)

Controlo da ligação de dados

Tipos de tramas; numeração e confirmação de tramas

Protocolos do tipo *Stop and Wait* e Janela Deslizante (*Sliding Window*)

Conceito de janela e análise de eficiência

Controlo de erros ARQ – *Stop and Wait*, retransmissão contínua (*Go-Back-N*) e retransmissão selectiva (*Selective Repeat*)

Exemplo de procedimentos típicos e análise de eficiência na presença de erros

Controlo de fluxo – mecanismos de janela e *Stop and Go*

Protocolos orientados ao bit; HDLC e variantes – LAPB (X.25), LAPD (RDIS), LAPF (*Frame Relay*), PPP

Protocolos orientados ao carácter; BISYNC

Capítulo 4 – Redes de computadores / comutação de pacotes – princípios gerais

Redes de Computadores

Necessidade, constituição e topologias

Estratégias de gestão de recursos e técnicas de comutação

Gestão estática – multiplexagem temporal síncrona (STDM) e comutação de circuitos

Gestão dinâmica – multiplexagem temporal assíncrona (ATDM) e comutação de pacotes

Comunicação de dados sobre circuitos – multiplexagem estatística, *multidrop* e concentração; exemplos

Comutação de Pacotes

Redes *store and forward*

Comutação de datagramas

Caracterização e propriedades; serviços sem conexão

Exemplo: redes IP

Comutação de circuitos virtuais

Conceito e propriedades de circuitos virtuais, identificação de circuitos virtuais; serviços com conexão

Exemplos: comutação de pacotes (X.25), tramas (*Frame Relay*), células (ATM) e etiquetas (MPLS)

Circuitos virtuais e datagramas – comparação (modo de comutação e serviço)

Redes de acesso múltiplo

Introdução à teoria das Filas de Espera

Filas de espera M/M/1 e M/G/1

Capítulo 5 – Modelos arquitectónicos de redes – formalização, princípios e conceitos

Arquitecturas de redes – conceito, necessidade e objectivos

Arquitecturas em camadas – princípios e vantagens; protocolos, interfaces e serviços

Necessidade de um modelo arquitectónico de referência – modelo OSI

Princípios e conceitos, camadas OSI

Modelo de serviço e primitivas de serviço, ponto de acesso a serviço (SAP)

Arquitectura TCP/IP

Camadas protocolares e principais protocolos

TCP/IP vs. OSI

Capítulo 6 – Redes Locais de Computadores (LANs) – protocolos, tecnologias e *standards*

Caracterização e atributos essenciais de LANs

Arquitectura IEEE 802

Serviços MAC e LLC

Endereços MAC – atributos, tipos (*unicast*, *multicast* e *broadcast*) e formatos

Topologias: estrela, árvore, barramento, anel e híbridas

Protocolos de acesso múltiplo

Classificação, propriedades e exemplos

Protocolos básicos de acesso aleatório

ALOHA, *slotted Aloha*, CSMA (persistente, não persistente e p-persistente)

Análise – intervalo de tempo de vulnerabilidade e eficiência

LANs IEEE 802.3 / *Ethernet*

Meio partilhado – protocolo CSMA/CD (*binary exponential back-off*); eficiência

Cablagens estruturadas; *hubs* e comutadores (*LAN switches*)

Variantes: 10 Base5, 10 Base2, 10 BaseT, *Fast Ethernet* (100 BaseT), *Gigabit Ethernet* e 10 *Gigabit Ethernet*

Protocolos de acesso do tipo *Control Token*

Token Ring – IEEE 802.5 e FDDI; *single token* e *multiple token*

Token Bus – IEEE 802.4

Análise – parâmetros críticos de desempenho e eficiência

Outras redes em anel

Slotted Ring – *Cambridge Ring* e *Orwell Ring*

Resilient Packet Ring (RPR) – IEEE 802.17

LANs sem fios (IEEE 802.11) – protocolo CSMA/CA; janelas de contenção

Segmentação física e lógica de LANs IEEE 802.3 / *Ethernet*

Dispositivos (repetidores / *hubs*, *bridges* / *LAN switches* e *routers*) e propriedades; domínios de colisão e de difusão

Bridged LANs – *bridges* transparentes / *LAN switches* (IEEE 802.1D)

Spanning tree, construção das tabelas de comutação (aprendizagem de endereços) e processamento de tramas

LANs Virtuais (VLANs)

Conceito e objectivos

Critérios de formação de VLANs (porta, endereço MAC, tipo de protocolo, subrede IP) e propriedades

Etiquetagem de tramas (IEEE 802.1Q)

Interligação de VLANs – *routers* e comutadores multi-camada (*router switches*)

Capítulo 7 – Redes IP e interligação de redes – a Internet e protocolos principais

Interligação de redes – constituição e evolução da Internet

Pilha protocolar TCP/IP

Protocolos e encapsulamento ao longo da pilha

Encapsulamento Ethernet e IEEE 802 (LLC/SNAP)

Multiplexagem entre camadas

Protocolos IP, ICMP e ARP

Significado e uso dos campos do cabeçalho de pacotes IP; fragmentação de pacotes IP

Endereços IP

Estrutura de endereços, endereços com e sem classes (CIDR)

Máscaras e formação de subredes

Encaminhamento de pacotes IP

Rotas directas e indirectas (*gateway / next hop router*)

Constituição das tabelas de encaminhamento, exemplos e interpretação

Endereçamento hierárquico e agregação de rotas (*longest prefix match*)

Resolução de endereços (IP /MAC) e protocolos de resolução de endereços (ARP e RARP)

ICMP – mensagens e exemplos de aplicação (*ping, traceroute*)

Resolução de nomes – DNS (*Domain Name System*)

IPv4 e IPv6 – comparação

Protocolos de Transporte

Serviços de Transporte – fiável (TCP) e não fiável (UDP); portas e interface de *sockets*

Controlo de fluxo e de congestionamento (TCP)

Princípios e janelas de controlo

Variáveis e mecanismos de controlo (*slow start, congestion avoidance, fast retransmit e fast recovery*)

Exemplos de protocolos de Aplicação – Telnet, SMTP, POP3, FTP e HTTP

Capítulo 8 – Redes IP e tecnologias de nível 2 – arquitecturas

Modelo *overlay* – exemplos e breve caracterização

IP sobre X.25 / *Frame Relay*

IP sobre serviço ATM nativo – CLIP (*Classical IP over ATM*)

CLIP em LANs e WANs – limitações

IP sobre serviço LAN (MAC)

Serviço LAN nativo – IP over IEEE 802.x

Emulação de serviço LAN em ATM – LANE (*LAN Emulation*)

Emulação de *routing* em ATM – MPOA (*Multiprotocol over ATM*)

Integração de *routing* (IP) e *switching*

Evolução – *IP Switching* e *Tag Switching*; arquitectura IETF (MPLS)

MPLS (*Multiprotocol Label Switching*)

Necessidade e objectivos

Comparação com CLIP – topologias física e lógica

Princípios arquitectónicos e componentes da arquitectura (controlo e transporte)

Conceitos e definições

Etiqueta, FEC (*Forwarding Equivalence Class*), LSP (*Label Switched Path*), LSR (*Label Switching Router*)

Critérios para definição de FECs

Operação de LSRs – nós periféricos e interiores; comutação de etiquetas

Estabelecimento de LSPs

Descoberta e selecção de rotas, criação de etiquetas, associação de rotas a etiquetas (*label binding*); rotas explícitas

Codificação de etiquetas e pilha de etiquetas; túneis MPLS

Engenharia de tráfego com MPLS; encaminhamento com restrições

MPLS e Qualidade de Serviço

GMPLS (*Generalized Multiprotocol Label Switching*)